

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Ausgangssituation und Problemstellung	1
1.2	Zielsetzung und Methodik	3
1.3	Inhalt der Arbeit	7
2	Stand der Technik und Wissenschaft	9
2.1	Ermüdungsnachweis	9
2.1.1	Einführung	9
2.1.2	Ermüdungsnachweis nach DIN EN 1993-1-9 [1]	10
2.1.3	Ermüdungsnachweis nach DIN 4132 [6]	13
2.1.4	Vergleich Eurocode 3 – DIN 4132	16
2.2	Vorangegangene Forschungsaktivitäten	19
2.3	Besonderheiten der Radlasteinleitung bei Kranbahnträgern	21
2.3.1	Ermüdungsbeanspruchung	21
2.3.2	Mehrachsiges Spannungszustand	24
2.3.3	Völligkeit des Lastkollektivs	26
2.3.4	Dynamische Effekte	28
2.3.5	Radlastexzentrizität	30
2.3.6	Ermüdungsschäden der Radlasteinleitung	33
2.4	Spannungskonzepte	35
2.5	Schwingfestigkeitshypothesen	38
2.5.1	Allgemeines	38
2.5.2	Schwingfestigkeitshypothesen der kritischen Schnittebenen	38
3	Statistische Auswertemethodik	41
3.1	Einleitung	41
3.2	Statistisches Auswerteverfahren	42
3.2.1	Allgemeines	42
3.2.2	Lineare Regressionsanalyse (LRA) – Modell	44
3.2.3	Tri-lineares Maximum-Likelihood (TLML) – Modell	46
3.3	Validierung des tri-linearen ML-Modells	52
3.3.1	Einführung	52
3.3.2	Fallbeispiel 1: Kreuzstoßdetail – kleine Stichprobe ($n < 12$)	53
3.3.3	Fallbeispiel 2: Kreuzstoßdetail – große Stichprobe ($n \geq 12$)	55

3.3.4	Fallbeispiel 3: Gurtlamellenanschluss	59
3.3.5	Fallbeispiel 4: Knotenblechanschluss	60
3.3.6	Fazit	60
3.4	Einfluss von Durchläufern	61
3.4.1	Äquivalente Anzahl von Versagern aus Durchläufern	61
3.4.2	Einfluss auf die charakteristische Ermüdungsfestigkeit	64
3.5	Zusammenfassung	69
4	Felduntersuchungen	70
4.1	Einführung	70
4.2	Untersuchte Kranbahnträger	71
4.2.1	Überblick	71
4.2.2	Schadensanalyse	74
4.2.3	Lastkollektive	79
4.3	Exzentrizitätsuntersuchungen	87
4.3.1	Hintergrund und Vorgehen	87
4.3.2	Auswertung und Ergebnisse	90
5	Untersuchungen unter Ansatz von Nennspannungen	96
5.1	Einleitung	96
5.2	Generelle Annahmen	96
5.3	Nennspannungen infolge Radlasteinleitung	99
5.3.1	Globale vs. lokale Spannungen	99
5.3.2	Bestimmung der Nennspannungs-Zeitverläufe	100
5.4	Validierung mit FEM	102
5.4.1	Allgemeines	102
5.4.2	Kranbahnträger KBT 30-7, Halle 4	102
5.4.3	Fiktiver Kranbahnträger	108
5.4.4	Validierung	109
5.5	Nennspannungs-Zeitverläufe	113
5.6	Ermüdungsfestigkeit der Felduntersuchungen auf Grundlage von Nennspannungen	120
6	Kerbspannungsuntersuchungen	124
6.1	Überblick	124
6.2	Voruntersuchungen	125

6.2.1	Kerbspannungen am 3D-Modell	125
6.2.2	Kerbspannungen am 2D-Modell	129
6.3	Kerbspannungen	133
6.3.1	Allgemeines	133
6.3.2	Normalspannungshypothese	133
6.3.3	Modifizierte Schubspannungshypothese nach <i>Findley</i>	136
6.4	Ermüdungsfestigkeit auf Grundlage von Kerbspannungen	141
6.5	Ermüdungsfestigkeiten unter Variation der Schweißnahtgeometrie	145
7	Zusammenfassung und Ausblick	154
7.1	Zusammenfassung	154
7.2	Ausblick	156
8	Literaturverzeichnis	158
Anhang A Nahtausführung und Lastenzüge		I
A-1	Nahtausführung	I
A-2	Lastenzüge	II
Anhang B Dehnungsmessungen		VI
B-1	Träger 4 A-B – Halle 1	VI
B-2	Träger B10-11 – Halle 6	X
Anhang C Spannungsschwingbreiten		XVI
Anhang D Analytische Ansätze		XIX
D-1	Scheibengleichungen zur Ermittlung der Spannungsverteilung in Stegblechen	XIX
D-2	Exzentrische Beanspruchung	XXV
Anhang E Zur Berücksichtigung des streuenden Einflusses von wesentlichen Parametern		XXVII